

PENERAPAN *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* (TPM) DALAM *BOTTLENECK AUTO-PART MACHINING LINE* MENGGUNAKAN METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE)

APPLICATION OF TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) IN BOTTLENECK AUTO-PART MACHINING LINE USING OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) METHOD

Rachmatul Baety¹, Endang Budiasih², Fransiskus Tatas Dwi Atmaji³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

¹rachmatulbaety@gmail.com, ²endangbudiasih@telkomuniversity.ac.id,

³franstatas@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Mesin Yasda merupakan mesin CNC milling yang digunakan secara terus menerus untuk memenuhi target produksi, sehingga mesin Yasda memiliki frekuensi kerusakan tertinggi sebanyak 33 kali dari tahun 2016-2018. Untuk meningkatkan efektivitas mesin yaitu dengan cara penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM). Terlebih dahulu menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk menganalisis kondisi *existing* dari efektivitas mesin Yasda. Berdasarkan perhitungan menggunakan metode OEE dari tahun 2016-2018, berturut-turut diperoleh nilai OEE sebesar 77%, 96%, 88%. Nilai OEE pada tahun 2016 belum mencapai nilai *Standart World Class* yang ditetapkan yaitu 85%. Kemudian penelitian ini berfokus untuk meningkatkan nilai OEE mencapai nilai *standart world class*. Selanjutnya dilakukan analisis faktor *Six Big Losses* yang mempengaruhi nilai OEE. Nilai faktor *Idling and Minor Stoppage* dari *Six Big Losses* pada mesin Yasda adalah yaitu sebesar 31%. Selanjutnya dilakukan analisis menggunakan diagram *fishbone* untuk mengetahui akar penyebab masalah yang terjadi dari *six big losses* dengan mempertimbangkan faktor manusia, mesin, lingkungan, material.

Kata Kunci: *Total Production Maintenance* (TPM), *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *Six Big Losses*, diagram *fishbone*.

Abstract

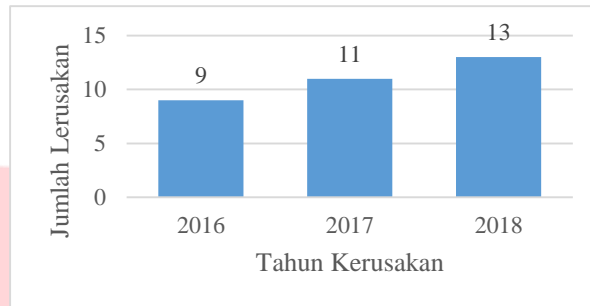
Yasda machine is a CNC Milling machine that is used continuously to fulfill the production target, so that the Yasda machine has the highest frequency of damage 33 times from 2016-2018. To improve the effectiveness of the machine by applying Total Productive Maintenance (TPM). It was using the Overall Equipment Effectiveness (OEE) method to analyze existing conditions of the effectiveness of the Yasda machine. Based on calculations using the OEE method from 2016-2018, OEE values were 77%, 96%, 88% respectively. The OEE value in 2016 has not yet reached the Standard World Class value that is set at 85%. Then this research focuses on increasing the OEE value to achieve world class standard values. Furthermore, a factor analysis of Six Big Losses is carried out which affects the OEE value. The value of the Idling and Minor Stoppage factor of Six Big Losses on the Yasda machine is 31%. Furthermore, an analysis is carried out using fishbone diagrams to find out the root causes of problems that occur from the six big losses by considering human, machine, environmental, and material factors.

Keywords: *Total Production Maintenance* (TPM), *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *Six Big Losses*, diagram *fishbone*.

1. Pendahuluan

Mesin merupakan alat bantu penentu kesuksesan dalam pembuatan produk untuk mempermudah proses produksi. Performansi mesin akan menentukan kualitas dari produk yang dihasilkan. Demi tercapainya tujuan dalam organisasi, dalam ruang lingkup produksi harus memahami tentang disiplin ilmu perawatan mesin. Salah satunya dengan cara menerapkan prinsip sembilan pilar dari *Total Productive Maintenance* (TPM) guna untuk mengurangi kerusakan, meningkatkan efektivitas peralatan, mengurangi tingkat kegagalan ketersediaan, meningkatkan efisiensi kerja melalui PT. RB menjadi sebuah industri peralatan

militer, beberapa kasus mesin yang mengalami kerusakan dari tahun 2016 sampai dengan tahun 2018. Gambar 1 menunjukkan total kerusakan mesin.



Gambar 1 Data Kerusakan Mesin Yasda

Kerusakan mesin terjadi karena banyak faktor, sehingga untuk mengatasi hal tersebut perlu adanya perhatian khusus dengan melakukan *maintenance* dengan menerapkan *Total Productive Maintenance* (TPM). Penerapan tersebut dapat meminimalisir kerusakan hingga *zero defect*. Penerapan *Total Productive Maintenance* dapat dilakukan menggunakan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebagai indikator keberhasilan TPM dan sekaligus dapat mengetahui akar penyebab masalah yang terjadi menggunakan *fishbone*.

2. Dasar Teori

2.1 Total Productive Maintenance (TPM)

Menurut Fajar Kurniawan (Kurniawan, 2013) *Total Productive Maintenance* atau biasa disebut dengan TPM merupakan suatu aktivitas perawatan yang mengikutsertakan semua elemen dari perusahaan, yang bertujuan untuk mencapai *zero breakdown*, *zero defect*, dan *zero accident*. TPM bisa diartikan dengan hubungan kerjasama antara perawatan dan manajemen organisasi secara menyeluruh, melibatkan semua orang mulai dari manajemen tertinggi sampai operator lantai produksi untuk meningkatkan produksi, mengurangi biaya produksi, memperpanjang umur peralatan. TPM dikembangkan pertama kali di Jepang pada tahun 1971 yang bertujuan untuk memaksimalkan efisiensi penggunaan peralatan, dan memantapkan sistem perawatan preventif yang dirancang untuk keseluruhan peralatan dengan mengimplementasikan suatu aturan dan memberikan motivasi kepada seluruh bagian yang berada di perusahaan tersebut. TPM merupakan pengembangan baru yang berawal dari pemeliharaan preventif. Digunakan untuk maksimalisasi efektivitas peralatan melalui keterlibatan karyawan. Pemeliharaan secara otonom oleh operator dengan melakukan kegiatan kelompok kecil untuk meningkatkan kehandalan peralatan, pemeliharaan dan produktivitas.

2.1.1 Langkah-langkah Implementasi TPM

Menurut (Nakajima S., 1988) terdapat 12 langkah untuk mengimplementasi TPM. Langkah-langkah ini bertujuan ini memastikan semua orang yang terlibat akan menjalankan fungsi pekerjaan secara spesifik. Berikut merupakan langkah-langkah dalam implementasi TPM dengan 4 tahapan.

1. Pemberitahuan keputusan *Top Management* untuk melakukan program TPM.
2. Mengadakan pelatihan pendidikan mengenai TPM.
3. Membuat struktur organisasi TPM.
4. Menerapkan kebijakan TPM dan tujuan yang terukur
5. Membuat *master plan* untuk pengembangan TPM
6. Pelaksanaan TPM dimulai
7. Meningkatkan efektivitas mesin/peralatan.
8. Mengembangkan program pemeliharaan *Autonomous Maintenance*.
9. Mengembangkan program *Preventive Maintenance*.
10. Melakukan pelatihan untuk meningkatkan pengembangan *skill* dari operator/teknisi.
11. Mengembangkan program pemeliharaan manajemen perawatan awal.
12. Mengimplementasikan TPM sepenuhnya.

2.1.2 Pilar TPM

Terdapat 9 pilar yang untuk penerapan TPM (Mendez, 2017). Berikut ini merupakan penjelasan dari pilar TPM:

1. 5S: Implementasi manajerial perawatan terhadap stasiun kerja yang bersifat menyeluruh dan sistematis. 5S sendiri merupakan istilah yang berasal dari Jepang, yang isinya antara lain *Seiri*, *Seiton*, *Seiketsu*, dan *Shitsuke*

2. *Eduction and Training*: Menjelaskan pengetahuan yang diperlukan, bagaimana cara mengajarnya, dan bagaimana pengetahuan tersebut di serap dan dipahami. Hal tersebut penting karena kompetensi dari operator di konfirmasikan.
3. *Targeted Maintenance*: Akan ada masalah diluar dugaan dengan peralatan atau proses yang harus dihilangkan dan sulit untuk diidentifikasi dari masa lalu
4. *Planned Maintenance*: Perawatan yang terencana untuk mencari penyebab mendasar dari masalah dan mengidentifikasi serta mengimplentasikan akar penyebab masalah
5. *Autonomous Maintenance*: Kewajiban setiap pekerja untuk melakukan inspeksi rutin, pelumasan, penggantian komponen, deteksi dini dari ketidak normalan peralatan dengan tujuan untuk melindungi peralatan sendiri.
6. *Quality Maintenance*: Setelah menemukan penyebab masalah, selanjutnya tim akan menyelidiki apakah modifikasi dapat di implementasikan untuk meningkatkan hasil, atau dapat mencari proses manufaktur yang berbeda yang mungkin tidak menunjukkan batasan yang sama.
7. *Safety, Health, and Environment*: Pentingnya melatih operator dalam melaksanakan tugas dan harus memahami penilaian risiko sampai beberapa konsep keselamatan lainnya secara rinci
8. *Applied to Administration*: Mengatasi masalah seperti kurangnya suku cadang, suku cadang tidak tepat, bahan berkualitas rendah, suku cadang yang dikirim tidak sesuai dengan spesifikasi dan masalah lainnya.
9. *Maintenance Prevention*: kelompok TPM yang dipilih untuk memusatkan pengetahuannya tentang standar kinerja dalam hal pemeliharaan melibatkan seluruh organisasi.

2.2 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Menurut (Stamatis, 2010) *Overall Equipment Effectiveness* atau OEE merupakan hierarki metrik yang fokus pada seberapa efektif operasi manufaktur digunakan. Hasilnya dinyatakan dalam bentuk generik yang memungkinkan perbandingan anatar unit manufaktur di berbagai departemen, organisasi, mesin, dan industri. OEE berfungsi untuk mengidentifikasi dan melacak kerugian. OEE mengukur seberapa efektif peralatan yang digunakan dengan mengidentifikasi kendala, dan bagaimana kendala tersebut berdampak pada OEE. OEE dihitung sebagai produk dari tiga faktor yang berkontribusi yaitu $OEE = Availability \times Performance \times Quality$. Efektivitas diukur dengan mengalikan ketersediaan dan efisiensi kinerja dengan tingkat kualitas produk yang dihasilkan. Perhitungan aktualnya sebagai berikut:

- *Availability* $= \frac{Operation\ time}{loading\ time} \times 100\ \%$
- *Performance Efficiency* $= \frac{(Processed\ ammount \times Theoretical\ cycle\ time)}{Operating\ time} \times 100\ \%$
- *Rate of Quality* $= \frac{Processed\ amount - Number\ of\ Defect}{Processes\ ammount} \times 100\ \%$

2.2.1 Six Big Losses

Kerugian yang didapat dari proses produksi akan mempengaruhi keberhasilannya. Terdapat 6 *losses* yang dapat dikelompokkan yaitu:

1. *Breakdown*, merupakan kerusakan peralatan dapat menyebabkan waktu terbuang sia-sia akibat berkurangnya jumlah produksi atau kerugian material akibat produk yang dihasilkan cacat.
2. *Set-up and adjustment losses*, yaitu kerugian disebabkan dari waktu pemasangan dan waktu penyesuaian yang dibutuhkan untuk kegiatan mengganti suatu jenis produk ke jenis produk berikutnya untuk produksi selanjutnya.
3. *Idling and minor stoppages losses*, merupakan kerugian berhentinya mesin dari faktor eksternal mengakibatkan mesin macet atau beroperasi tanpa menghasilkan / menganggur.
4. *Reduced Speed Losses*, yaitu menurunnya kecepatan produksi yang timbul jika kecepatan operasi actual lebih kecil dan kecepatan mesin yang telah dirancang beroperasi dalam kecepatan normal.
5. *Rework and quality defect*, merupakan kerugian terjadinya produk cacat yang dihasilkan selama produksi. Produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi perlu dilakukan *rework* atau dibuat scrap.
6. *Yield losses*, yaitu kerugian yang timbul selama waktu yang dibutuhkan oleh mesin untuk menghasilkan produk baru dengan kualitas produk yang diharapkan. Kerugian yang timbul karena faktor kondisi operasi yang tidak stabil atau operator tidak mengerti dengan kegiatan produk yang dilakukan.

2.2.2 World Class OEE

Tujuan *world class* yang dapat diterima secara umum untuk setiap faktor cukup berbeda satu sama lain, seperti yang ditunjukkan pada tabel 1 berikut:

Tabel 1 *World Class OEE*

OEE Factor	World Class
Availabilitty	90%
Performance	95%
Quality	99%
OEE	85%

2.3 Diagram Pareto

Diagram *fishbone* atau biasa disebut dengan diagram sebab akibat berbentuk seperti tulang ikan yaitu diagram yang digunakan ketika ingin mengidentifikasi penyebab masalah yang terjadi sehingga dapat membantu untuk menemukan akar penyebab masalah. Masalah akan dipecah menjadi beberapa kategori yaitu manusia, material, mesin, metode (Tauge, 2008). Diagram *fishbone* memeberikan kemudahan bagi perusahaan untuk menyelesaikan masalah. Apabila penyebab dan masalah sudah diketahui maka perbaikan akan lebih mudah dilakukan.

2.4 Diagram Pareto

Menurut (Heizer & Render, 2012) Diagram Pareto merupak grafik batang yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya kejadian. Urutanya mulai dari jumlah masalah yang paling banyak sampai dengan yang paling sedikit terjadi.

3. Metodologi

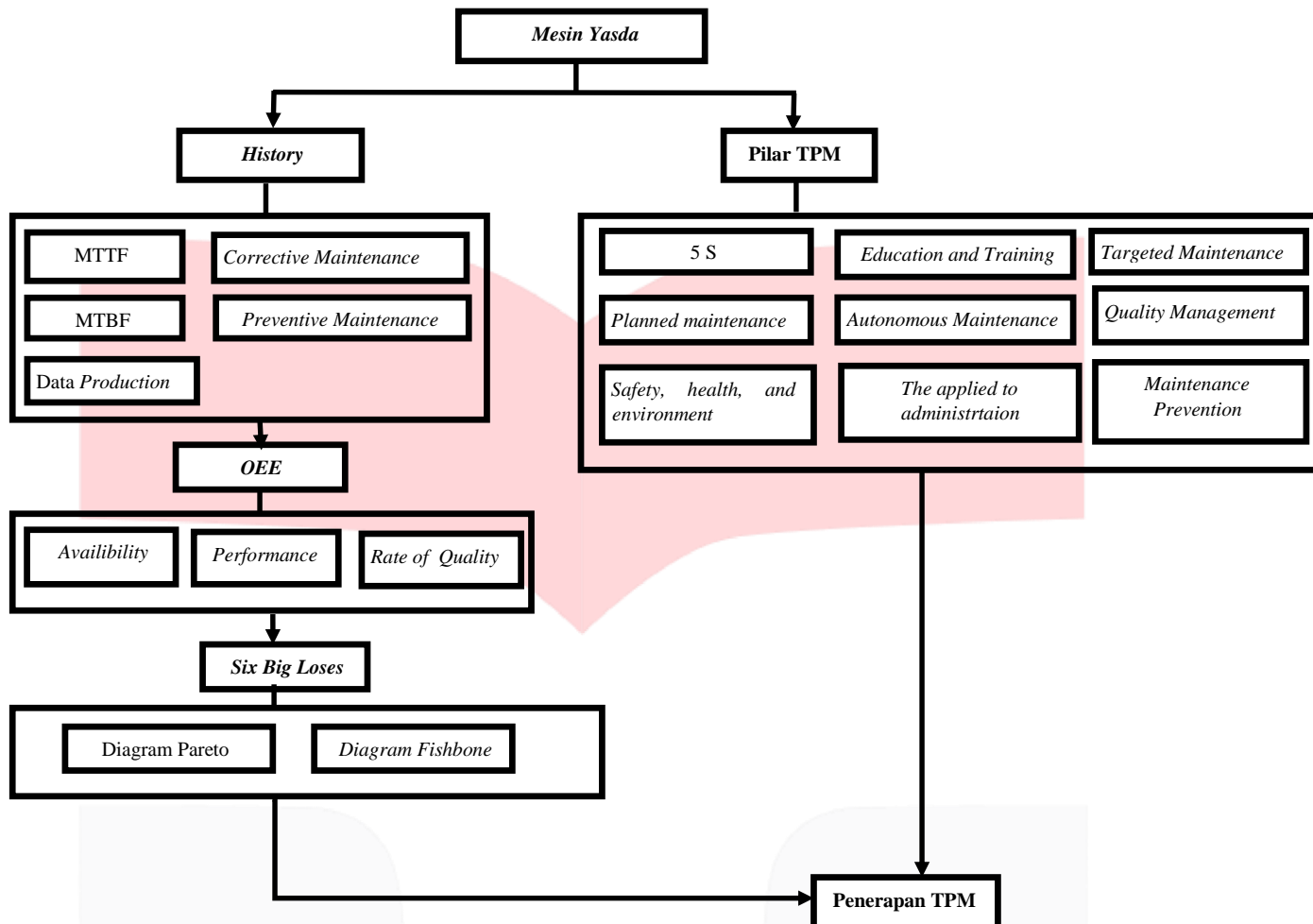
3.1 Sistematika Penelitian

Dalam penelitian ini merupakan tahapan awal yang dilakukan dalam mengidentifikasi masalah, menentukan rumusan masalah dan tujuan dari penelitian dan batasan penelitian. Berikut merupakan tahap penelitian yang dilakukan:

1. Identifikasi Masalah: proses awal dari penelitian sekaligus proses terpenting dibandingkan dengan proses lainnya dan sebagai penentu dari latar belakang dan tujuan yang akan dikaji.
2. Perumusan Masalah: Berawal dari studi literatur jurnal yang telah diamati, kemudian dilakukan penentuan rumusan masalah yang terjadi di perusahaan. Hal tersebut menjadi acuan kajian dalam penelitian ini
3. Tujuan Penelitian: dibuat tujuan dari penelitian ini yang merujuk pada perumusan masalah yang telah dibuat. Tujuan diperlukan dalam penelitian agar dalam proses dapat berfokus pada keinginan dari penulis sehingga mengusulkan perbaikan dari masalah yang terjadi.
4. Batasan Masalah: dilakukan untuk membatasi ruang lingkup masalah yang terlalu luas sehingga penelitian bisa lebih fokus pada tujuan awal penelitian.

3.2 Model Konseptual

Model konseptual adalah sebuah kerangka kerja yang dibangun melalui kerangka teori atau tinjauan teoritis yang menggambarkan model hubungan/keterkaitan variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian. Fungsi dari metode konseptual adalah pembangunan model dapat membantu adalah penataan masalah, mengidentifikasi faktor-faktor relevan. Adapun model ddalam penelitian ini disajikan dalam gambar 2 berikut.



Gambar III.1 Model Konseptual

3.3 Sistematika Penelitian

Dalam penelitian ini merupakan tahapan awal yang dilakukan dalam mengidentifikasi masalah, menentukan rumusan masalah dan tujuan dari penelitian dan batasan penelitian. Berikut merupakan tahap penelitian yang dilakukan:

1. Identifikasi Masalah: proses awal dari penelitian sekaligus proses terpenting dibandingkan dengan proses lainnya dan sebagai penentu dari latar belakang dan tujuan yang akan dikaji.
2. Perumusan Masalah: Berawal dari studi literatur jurnal yang telah diamati, kemudian dilakukan penentuan rumusan masalah yang terjadi di perusahaan. Hal tersebut menjadi acuan kajian dalam penelitian ini
3. Tujuan Penelitian: dibuat tujuan dari penelitian ini yang merujuk pada perumusan masalah yang telah dibuat. Tujuan diperlukan dalam penelitian agar dalam proses dapat berfokus pada keinginan dari penulis sehingga mengusulkan perbaikan dari masalah yang terjadi.
4. Batasan Masalah: dilakukan untuk membatasi ruang lingkup masalah yang terlalu luas sehingga penelitian bisa lebih fokus pada tujuan awal penelitian.

4. Pembahasan

4.1 Perhitungan OEE Mesin Yasda

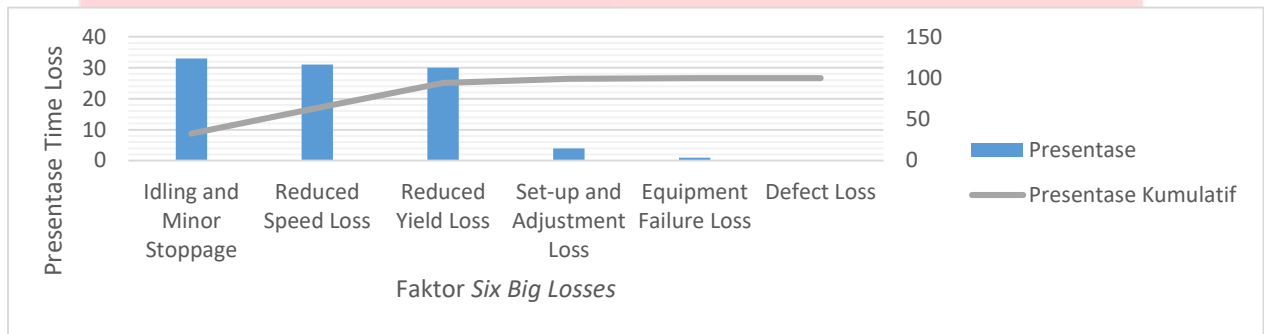
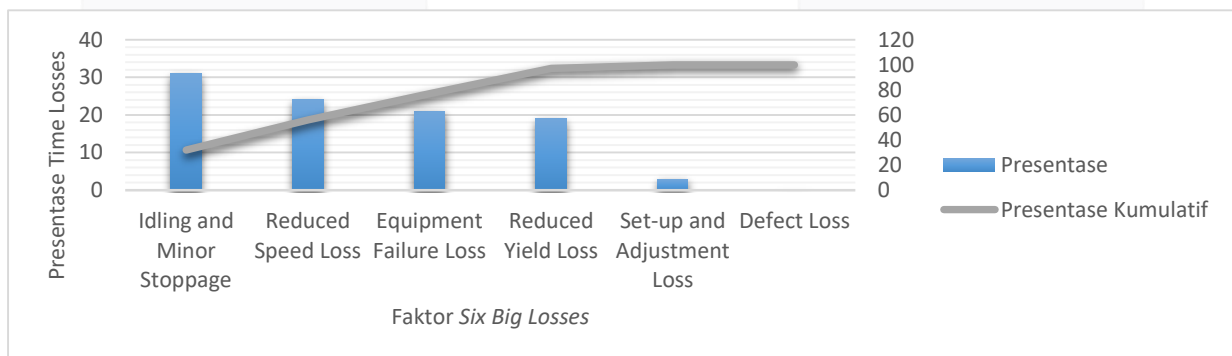
Berdasarkan hasil perhitungan nilai rata-rata *Availibilty* pada tahun 2016 dan 2017 adalah 99%, pada tahun 2018 adalah 96%, nilai ini sudah memenuhi *standard World Class OEE* sebesar 90%. Nilai rata-rata *Performance Effectivenes* pada tahun 2016 adalah 78%, pada tahun 2017 adalah 96%, pada tahun 2018 adalah 91%, nilai pada tahun 2017 masih jauh dibawah nilai *standard world class OEE* yaitu sebesar 95%. Nilai rata-rata *Rate of Quality* pada tahun 2016 adalah 98%, pada tahun 2017 dan 2018 adalah 97%, nilai tersebut belum mencapai nilai *standard world class OEE* sebesar 99%. Nilai OEE mesin Yasda pada tahun 2016 adalah 76%, pada tahun 2017 adalah 92%, pada tahun 2018 adalah 85%. Nilai OEE pada tahun 2016 masih dibawah *standard Worls Class OEE*. Perhitungan OEE dan keetiga faktornya dapat dilihat pada tachel 2 berikut:

Tabel 2. Perhitungan OEE Mesin Yasda

Tahun	Availability (%)	Performance Efficiency (%)	Rate of Quality (%)	OEE (%)
2016	99	78	100	77
2017	99	96	100	96
2018	96	91	100	88

4.2 Hasil Perhitungan *Six Big Losses*

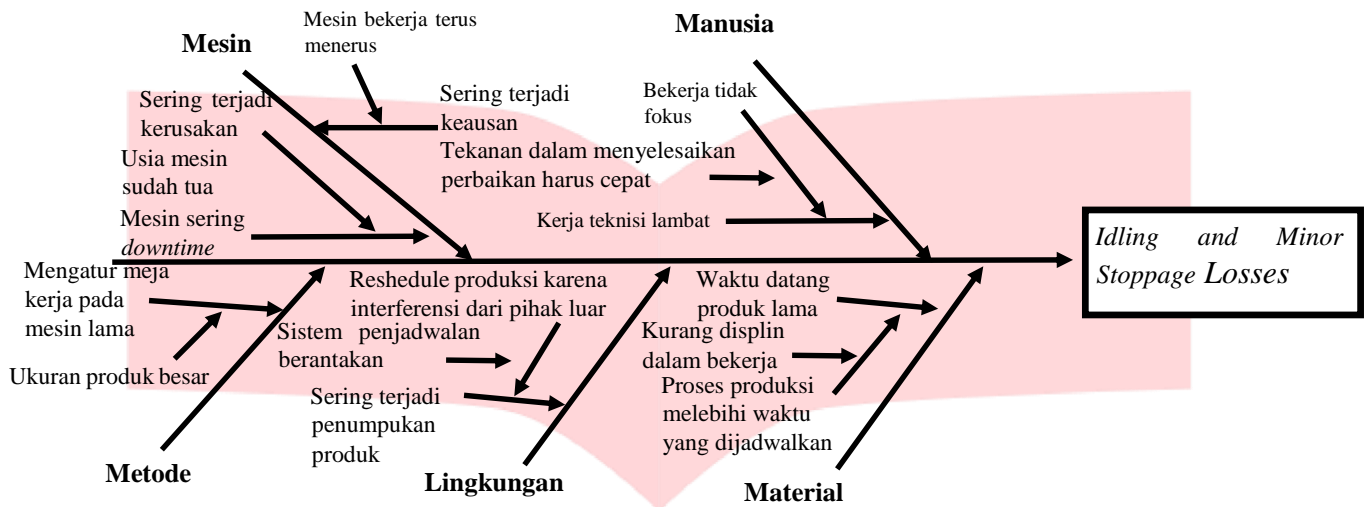
Dilakukan perhitungan *six big losses* untuk mengetahui penyebab utama dari rendahnya nilai efektivitas mesin Yasda dan didapatkan hasil dari masing-masing faktor dari tahun 2016-2018 seperti pada gambar berikut:

Gambar 3. Hasil Presentase *Six Big Losses* Tahun 2016Gambar 4. Hasil Presentase *Six Big Losses* Tahun 2017Gambar 5. Hasil Presentase *Six Big Losses* Tahun 2018

Setelah melakukan perhitungan *six big losses*, dapat dilihat faktor yang paling mempengaruhi efektivitas mesin adalah faktor *Idling and minor stoppage*.

4.3 Analisis Fishbone Diagram

Dilakukan analisis menggunakan *fishbone* seperti pada gambar 6 berikut untuk mengetahui sebab akibat dari faktor *six big losses*.



Gambar 6. Fishbone Diagram

4.4 Usulan Penyelesaian Six Big Losses

Usulan penyelesaian masalah *six big losses* berfokus pada *idling and minor stoppage* mesin Yasda untuk menaikkan efektivitas nilai OEE. usulan diberikan pada faktor-faktor yang dominan dalam menurunnya efektivitas mesin yaitu *idling minor stoppage*. Adapun usulan yang diberikan dari faktor-faktor *six big losses* dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Usulan Penyelesaian Six Big Losses

No	Faktor	Penyelesaian Masalah
1	Manusia Kerja teknisi yang lambat	a. Perlu diadakan pelatihan oleh tim ahli untuk meningkatkan kualitas operator dan teknisi saat bekerja. b. Memilih operator yang berpengalaman dan bersertifikasi.
2	Mesin Sering terjadi downtime	a. Kegiatan <i>preventive maintenance</i> lebih di tingkatkan lagi untuk menurunkan tingkat kerusakan. b. Membeli sparepart dengan kualitas yang lebih bagus
3	Metode waktu setting jig fixture lama	Meningkatkan skill pada operator
4	Lingkungan Sering terjadi penumpukan produk	Memperbaiki sistem penjadwalan
5	Material Sering terjadi keausan pada komponen	Disiplin dalam bekerja harus di tingkatkan, kegiatan produksi sesuai dengan schedule.

4.5 Rancangan Implementasi TPM

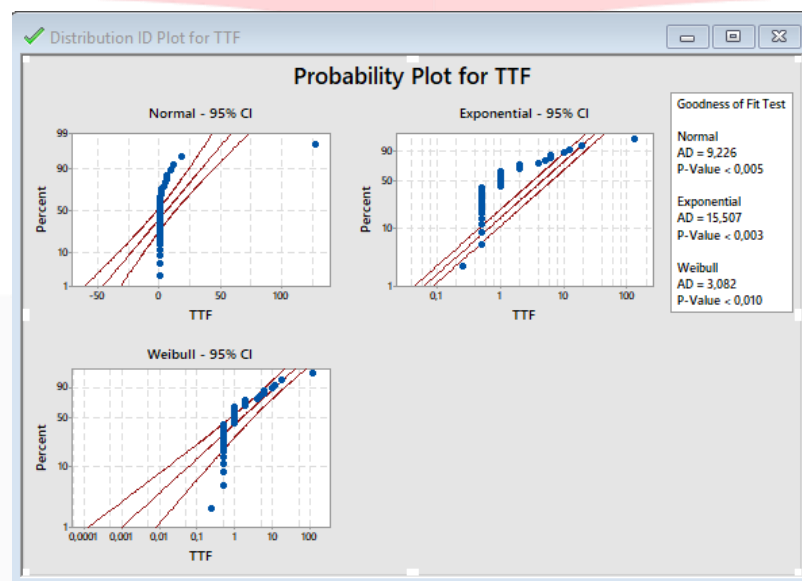
Terdapat 12 langkah dalam mengimplementasikan TPM, dalam penerapan TPM berfokus pada mesin Yasda sebagai obyek penelitian yang berada di departemen *machining*. Dibawah ini merupakan implementasi TPM untuk mesin Yasda Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Rancangan Implementasi TPM

Tahapan	Langkah-langkah
<i>Preparation</i>	1. Pemberitahuan keputusan <i>Top Management</i> untuk melakukan program TPM.

	2. Mengadakan pelatihan pendidikan mengenai TPM. 3. Membuat struktur organisasi TPM. 4. Menerapkan kebijakan TPM dan tujuan yang terukur 5. Membuat <i>master plan</i> untuk pengembangan TPM
<i>Preliminary Implementation</i>	6. Pelaksanaan TPM dimulai
<i>TPM Implementation</i>	7. Meningkatkan efektivitas mesin/peralatan 8. Mengembangkan program pemeliharaan <i>Autonomous Maintenance</i> . 9. Mengembangkan program <i>Preventive Maintenance</i> . 10. Melakukan pelatihan untuk meningkatkan pengembangan <i>skill</i> dari operator dan teknisi. 11. Mengembangkan program pemeliharaan manajemen perawatan pada tahap awal.
<i>Stabilization</i>	12. Mengimplementasikan TPM sepenuhnya secara <i>continuous</i> .

4.6 Perhitungan MTTR

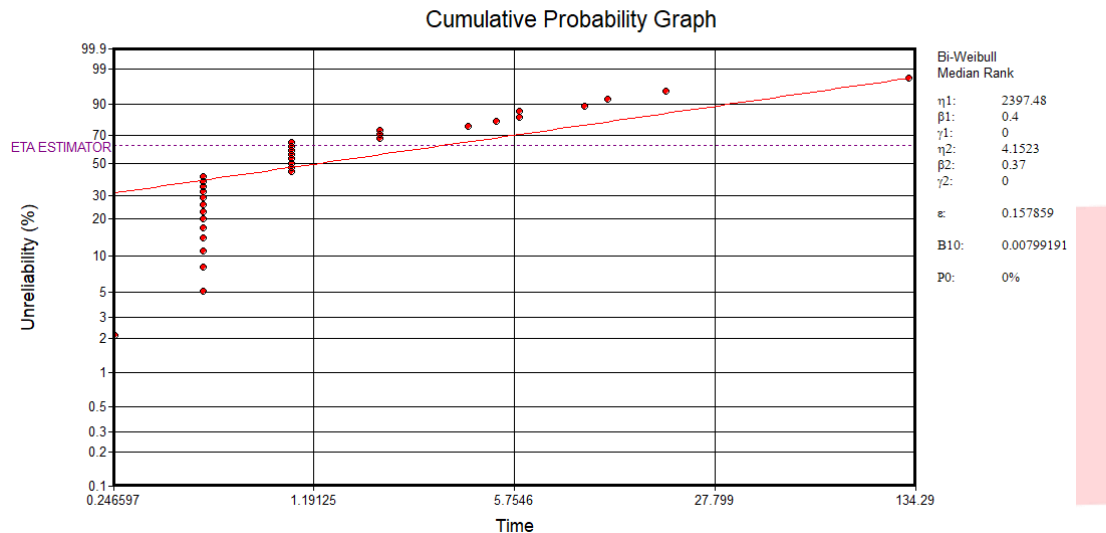


Gambar 7. Probabilitas MTTF Mesin Yasda

Dari gambar IV.4 di atas didapat perhitungan MTTF mesin Yasda menggunakan *software* minitab, dari data yang dimasukan didapat distribusi yaitu distribusi Weibull dengan nilai Anderson Darling (AD) 3,082 dan nilai P-Value <0,010 karena memiliki nilai Anderson-Darling paling kecil dan P-Value > $\alpha = 0,01$

AvSim+ V9.0

TTR



Gambar 8. Cumulative Probability Graph TTF Yasda Machine

Berdasarkan pengolahan data menggunakan *software* AvSim, didapatkan parameter-parameter distribusi pada tabel diatas. Dari tabel diatas merupakan MTTR untuk distribusi weibull, dalam perhitungannya menggunakan rumus:

$$MTTF = \eta \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$

$$MTTF = 2397,48 \times \Gamma\left(1 + \frac{1}{0,4}\right)$$

$$MTTF = 2397,48 \times \Gamma(1,04)$$

$$MTTF = 2397,48 \times 0,978438$$

$$MTTF = 2345,7855 \text{ Jam}$$

5. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai OEE pada mesin Yasda tahun 2016-2018 berturut-turut sebesar 76%, 92%, 85%. Nilai OEE tahun 2016 masih dibawah *standard world class*. Penyebab terjadinya *bottleneck* dari tahun 2016 - 2018 terdiri dari beberapa faktor yaitu menunggu produk dari operasi sebelumnya selama 158 jam, operator melakukan operasi lain selama 19 jam, pemeliharaan tak terduga selama 210,75 jam, pertemuan tak terduga selama 25 jam., dan pemeliharaan yang direncanakan selama 127 jam. Dengan total waktu *bottleneck* sebesar 537,27 jam. Faktor yang mempengaruhi efektivitas dari *six big losses* dapat dilihat dari nilai *total time loss* yang telah diurutkan dari nilai terbesar sampai dengan nilai terkecil. Nilai terbesar yang mempengaruhi efektivitas mesin Yasda pada tahun 2016 yaitu sebesar 31%, pada tahun 2017 sebesar 33%, pada tahun 2018 sebesar 32%. Dalam tiga tahun berturut-turut faktor yang mempengaruhinya yaitu *Idling and Minor Stoppage*. Dalam program *Total Productive Maintenance* (TPM) di PT. RB, untuk mencegah terjadinya *six big losses* dan fokus pada tercapainya nilai standart *world class* maka diperlukan penerapan 9 pilar TPM. Sebelum melakukan penerapan, terlebih dahulu melakukan 4 tahapan implementasi TPM yang terdiri dari 12 langkah, 4 tahapan tersebut diantaranya *Preparation, Preliminary Implementation, TPM Implementation, Stabilization*.

Daftar Pustaka

- [1] Heizer, J., & Render, B. (2012). Operations Management (Flexible edition). In O. M. edition). Pearson.
- [2] Kurniawan, F. (2013). Teknik dan Aplikasi Manajemen Perawatan Industri. In T. d. Industri. Graha Ilmu.
- [3] Mendez, J. D. (2017). Total productive maintenance (TPM) as a tool for improving productivity: a case study of application in the bottleneck of an auto-parts machining line. Columbia: Springer.
- [4] Nakajima, & Seiichi. (1988). Introduction To Total Productive Maintenance. Tokyo: *Productivity Press Inc.*
- [5] Stamatis, D. (2010). The OEE Primer: Understanding Overall Equipment Effectiveness, Reliability, and Maintainability. In *The OEE Primer: Understanding Overall Equipment Effectiveness, Reliability, and Maintainability* (p. 21). Productivity Press.
- [6] Tauge, N. R. (2008). The Quality Toolbox (2th ed). In *The Quality Toolbox (2th ed)*.
- [7] Weber, A., & Thomas, R. (2005). Key Performance Indicators: Measuring and Managing the Maintenance Function, Ivara Corporation. *Scholarly Articles*.